**ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**оригинал

**Автор:**
Гавыллатып Мурзакулов
Марат Нургужин

 Одним из основных направлений космической деятельности в Республике Казахстан, согласно пунктам 3) и 4) статьи 4 Закона Республики Казахстан «О космической деятельности» является дистанционное зондирование Земли, координатно–временное и навигационное обеспечение. В целях реализации этих направлений актуальной задачей для Республики Казахстан является создание единой системы координат, упрощение процесса получения координат объектов и других данных  потребителями, повышение точности и эффективности топографо-геодезических работ.

 В настоящее время, в Республике Казахстан, геодезическое обеспечение отраслей производства, обороны и различных задач науки по точности, оперативности, экономической эффективности не соответствует возможностям, предоставляемым современной спутниковой технологией и  не  обеспечивает непосредственного перехода к системам координат, в которых функционируют современные спутниковые навигационные системы (GNSS), как полностью развёрнутые российская ГЛОНАСС и американская GPS, так и пока не полностью запущенные, но частично работающие китайская Бэйдоу и европейская GALILEO.

 На территории Республики Казахстан используют государственную геодезическую сеть в единой системе координат и высот (Система координат 1942 года и Балтийская система высот). Однако существование значительных деформаций сети в системе координат 1942 года, выходящих за рамки современных требований к точности геодезических координат, требует выбора оптимального пути перестройки системы геодезического обеспечения страны, установления высокоточной системы координат, основанной на применении спутниковых технологий. Вместе с тем необходимо предусмотреть использование существующей государственной геодезической сети (далее – ГГС), которую в некоторых районах предстоит переопределить и модернизировать, чтобы ее точность соответствовала современным требованиям.

 С проблемой установления новой системы координат столкнулись многие страны СНГ и дальнего зарубежья. Изучение подходов к решению проблемы в других странах весьма полезно, поэтому кратко приведем концепции реконструкции ГГС.  В мире существует много опорных геодезических основ, используемых для привязки при составлении карт конкретных районов. Каждая геодезическая основа была получена путем подгонки конкретной математической модели Земли (эллипсоид) под истинную фигуру Земли (геоид) таким образом, чтобы свести до минимума расхождения между указанным эллипсоидом и геоидом в заданном районе.

 Государства редко публикуют данные о применяемой геодезической основе, однако для решения собственных топографических, картографических и геодезических задач государства обычно используют свою геодезическую основу. Математические  параметры этих геодезических основ различны, различно и местоположение центра каждой геодезической основы за исключением тех стран, которые уже перешли на использование геоцентрической системы координат, начало которой находится в центре масс Земли.

 Поэтому необходимо учитывать различие между координатами точки, привязанной к местной геодезической основе, и координатами той же точки, привязанной к геодезической основе, начало которой совпадает с центром масс Земли. В мировой практике опорные геодезические сети, создаваемые спутниковыми методами, принято подразделять на глобальные, континентальные, национальные, региональные и локальные геодезические сети. Структура и основные принципы развития опорной геодезической сети  во всех  странах мира в целом идентична и соответствуют математическим требованиям. К глобальной геодезической сети  относятся Международная земная система координат ITRF (International Terrestrial Reference Frame) с  Международной земной системой отсчета  ITRS (International Terrestrial Reference System) и Всемирная геодезическая система – система координат WGS –84.

 Высокоточный метод лазерных измерений расстояний с помощью спутников позволил создать высокоточную глобальную земную систему координат, получившую название Международной земной системы отсчета (ITRS) и   эксплуатируемой  Международной службой вращения Земли (IERS). Практическим воплощением  ITRS является Международная земная система координат (ITRF),  соответствующая  следующим требованиям:

- *система является геоцентрической с началом в центре масс Земли, включая океан и атмосферу;*

*- ориентация системы согласуется  с параметрами ориентирования Земли – Earth Orientation Parameter (EOP) на соответствующую эпоху;*

*- используемая в системе модель скоростей станций имеет нулевые величины остаточного вращения по отношению к земной коре;*

*- масштаб соответствует  общеземной системе координат*.

 В этой системе координат с использованием результатов последних измерений и глобальной геофизической модели учитывается движение тектонических плит.

 Для контроля за состоянием  исходной глобальной координатной системы и проведения в случае необходимости корректировки этой системы Международная служба GPS  для геодинамики (служба IGS) с 1 января 1994 года перешла на постоянное отслеживание координат пунктов глобальной опорной геодезической сети и на систематическую обработку получаемых при этом результатов. Один из пунктов геодинамики IGS – Kitab находится в  Узбекистане [1].

 Сеть 1994 года содержала около 150 пунктов, расположенных на всех материках и на островах всех океанов,  а появившаяся в 2010 году версия  ITRF2008, закреплена сетью из 934 станций, расположенных в 580 пунктах, из них 463 пункта – в Северном полушарии и 117 – в Южном полушарии [2].

 Всемирная геодезическая система – система координат WGS–84, является четвертой из серии глобальных геоцентрических координат, созданных Министерством обороны США, начиная с 1960 года.  Система WGS–84 представляет собой привязанную к Земле глобальную опорную систему, включая модель Земли, и определяется набором основных и вспомогательных параметров [3]. Эта система позволяет в глобальных масштабах определять текущее местоположение подвижного транспортного средства и его скорость, а также осуществлять точную координацию времени. Система отсчета (принципы ориентации в теле Земли осей координат и ее начала), современных глобальных (общеземных) геоцентрических систем координат  установлены Международным союзом геофизики и геодезии.

 В 1980 годах, в связи с развитием интеграционных процессов и внедрением в практику работ GPS-измерений,  наряду с глобальной  геодезической сетью, 16 европейских стран построили Европейскую геодезическую опорную сеть, получившую сокращенное название EUREF с системой координат ETRS–89. Основная сеть из 93 фундаментальных пунктов была измерена с помощью GPS, позднее была расширена до 150 постоянно действующих станций, которые задают систему координат ITRF. Кроме того, EUREF должна была отвечать следующим требованиям [1]:

- *представлять геоцентрическую систему отчета для любых высокоточных геодезических и геодинамических проектов на территории Европы;*

*- быть точной системой отчета, очень близкой к WGS–84, и использоваться как для решения задач геодезии, так и задач всех типов навигации (на земле, на море, в воздухе) на территории Европы;*

*- быть единой на территории Европы современной системой отсчета для создания многонациональных цифровых картографических баз данных, которые не могут больше основываться на большом количестве совершенно разных национальных систем координат (геодезических координат), применяемых в Европе*.

 К национальной опорной геодезической сети можно отнести опорные сети, построенные в  Российской Федерации, часть пунктов данной  сети интегрирована в мировую спутниковую сеть.

 В 2000 году в Российской Федерации была введена система геодезических параметров «Параметры Земли 1990» (ПЗ-90),  включающая фундаментальные геодезические постоянные, параметры общеземного эллипсоида, параметры гравитационного поля Земли, государственную геоцентрическую (общеземную) систему координат и параметры ее связи с другими системами координат.

 С 2002 года при осуществлении геодезических и картографических работ была введена система геодезических координат 1995 года (СК-95) , а для решения навигационных задач  и задач геодезического обеспечения орбитальных полетов - геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90). Широкое использование  навигационной и геодезической аппаратуры потребителя  ГЛОНАСС/GPS привели к необходимости регулярного повышения точности определения параметров, характеризующих форму, размеры и гравитационное поле Земли, модернизации всей системы геодезических параметров Земли.  В 2002 году была выполнена первая модернизация  системы геодезических параметров «Параметры Земли 1990 года» на эпоху 2002.0, получившая название ПЗ-90.02. [4].

 На данный момент ни система координат ПЗ-90, ни ее уточненная версия ПЗ-90.02 не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к Глобальным навигационным спутниковым системам. В настоящее время в России ведутся работы по созданию национальной государственной геоцентрической системы координат, которая по уровню точности в пределах первых сантиметров должна соответствовать лучшей международной реализации геоцентрической системы координат ITRF  [5]. Система СК-95 оказалась мало востребованной не только в России, но и в других странах СНГ. Так, например, на Украине  введена новая государственная геодезическая система координат УСК-2000, которая создана путем фиксации системы ITRS (реализация ITRF2000) по параметрам масштаба, фиксированного сдвига начала системы координат и ориентации системы на эпоху 2005 года. В качестве поверхности отсчета системы координат УСК-2000 принят  референц-эллипсоид Красовского [2].

 Агентством Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами  (далее – Агентство) в  2006 году было разработано  технико-экономическое обоснование по  инвестиционному  проекту «Построение спутниковой геодезической сети и установление единой государственной системы координат на территории Республики Казахстан». Данный проект был одним из приоритетных направлений  Стратегического плана Агентства  на 2009-2011  годы, утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан от 23 декабря 2008 года №1211.  Однако в Стратегическом плане Агентства на 2011-2015 годы, утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан от 1 марта 2011 года №208, данное  направление  отсутствует, что  вызывает тревогу, так как *эффективная реализация поставленных задач перед экономикой республики, обороны и национальной безопасности напрямую зависит от геодезической сети и  принятой государственной системы координат республики.*

 Отсутствие государственной системы координат, соответствующее  современным спутниковым технологиям, не позволит предоставлять гарантированные и качественные координатно-временные и навигационные услуги потребителям информации глобальных навигационных спутниковых систем на территории Республики Казахстан. Кроме того, вхождение в Таможенный союз и планируемое в ближайшей перспективе в ВТО,  потребует от Республики Казахстан предоставления геодезических данных с применением спутниковых технологий и картографической продукции в геоцентрической системе координат. Международный и российский опыт по модернизации геодезической сети с использованием глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS позволил выработать следующее.

 Построение национальной геодезической сети и установление  общеземной геодезической системы координат, полностью соответствующей требованиям спутниковой технологии и  требующей  крупных капиталовложений,   можно разделить условно  на два основных этапа.

 **На первом этапе необходимо**:

провести  организационно-технические мероприятия,  разработать принципы ориентирования координатных осей и положения начала координат, нормативно-техническую документацию, создать координационно-методический и информационно-вычислительный центр -  Центр государственного геодезического обеспечения, приобрести  современное оборудование  и программное обеспечение, а также  подготовить соответствующих специалистов.

 **На втором этапе необходимо**:

провести модернизацию  государственной геодезической сети Республики Казахстан, государственной нивелирной сети,  государственной гравиметрической сети, выполнить построение национальной геодезической сети, состоящей из фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС) и высокоточной геодезической сети (ВГС); выполнить построение системы высокоточной спутниковой навигации, начать практическую реализацию распространения высокоточной геоцентрической системы координат  на основе применения глобальных навигационных спутников GNSS (ГЛОНАСС и GPS, основанной на Международной системе отсчета ITRS).